



Sveriges lantbruksuniversitet  
Swedish University of Agricultural Sciences

Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds-  
och växtproduktionsvetenskap

# **Utvärdering av infiltrationskapaciteten hos substrat för regnbäddar**

Evaluation of Infiltration Capacity of Substrates for Rain Gardens

*Anders Forsare*

## **Utvärdering av infiltrationskapaciteten hos substrat för regnbäddar**

Evaluation of Infiltration Capacity of Substrates for Rain Gardens

*Anders Forsare*

**Handledare:** Helena Karlén, SLU, Institutionen för biosystem och teknologi

**Examinator:** Håkan Asp, SLU, Institutionen för biosystem och teknologi

**Omfattning:** 15 hp

**Nivå och fördjupning:** G2E

**Kurstitel:** Kandidatarbete i trädgårdsvetenskap

**Kurskod:** EX0495

**Program/utbildning:** Trädgårdsingenjör:odling – kandidatprogram

**Examen:** Trädgårdsingenjör, kandidatexamen i trädgårdsvetenskap

**Ämne:** Trädgårdsvetenskap EX0495

**Utgivningsort:** Alnarp

**Utgivningsmånad och -år:** juni 2015

**Elektronisk publicering:** <http://stud.epsilon.slu.se>

**Nyckelord:** Rain Garden, regnbädd, stormwater, dagvattenhantering, bioswale, swales

SLU, Sveriges lantbruksuniversitet

Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds- och växtproduktionsvetenskap

Institutionen för biosystem och teknologi

## Innehållsförteckning

Förord	4
Sammanfattning	5
Summary	6
Introduktion	7
Bakgrund	7
Syfte och hypotes	11
Material och metod	11
Resultat	14
Diskussion	18
Referenslista	22

## **Förord**

Uppsatsen är ett examensarbete på 15 poäng inom trädgårdsingenjörsprogrammet vid Sveriges lantbruksuniversitet, SLU, i Alnarp.

Stort tack till min alltid entusiastiska handledare, Helena Karlén. Många inputs och glada tillrop har varit till stor hjälp för mig. Helena har även varit behjälplig med ekonomiskt stöd till mitt försök.

Jag vill även rikta ett speciellt tack till Bengt Syrén och Mats Kroon på Bara Mineraler. De har, förutom att bistå med material till försöket, varit mycket engagerade och intresserade.

Jag tror inte att min uppsats kommer att förändra världen av regnbäddar. Dock är jag helt övertygad om att det kommer att anläggas mängder av regnbäddar i framtiden. Om man idag pratar om pallkragar och pioner, kommer man i morgondagens trädgårdspress presentera regnbädden som den nya innegrejen i trädgården!

Anders Forsare, juni 2015



## Sammanfattning

Regnbäddar, eller Rain Gardens, är växtbäddar som både fördröjer och renar dagvatten och är ett sätt att efterlikna naturens eget sätt att rena vatten. Regnbäddar kan finnas i gatumiljö och samsas med fordon och trottoarer. Det kan även vara en vacker detalj i en villaträdgård. Klimatförändringarna ger oss kraftigare nederbörd under kortare perioder och kommer framöver att ge oss blötare vintrar och torrare somrar. Det traditionella dagvattensystemet som snabbt leder bort vatten från staden är omodernt och ineffektivt. Regnbädden tar hand om vattnet på plats och tillsammans med gröna tak, svackdiken och genomsläppliga markbeläggningar skapas ett uthålligt dagvattensystem. I spåren följer högre biologisk mångfald och en urban miljö med lägre temperatur. Mångfunktionella ytor, ekosystemtjänster och bostadsnära natur är nyckelbegrepp i en modern stadsplanering, där regnbäddar är en viktig och naturlig del. Detta projekt har genomförts med fokus på infiltrationskapaciteten hos olika substrat. Försöket har gjorts med olika substratmixar för att se hur bra infiltrationskapacitet de har. I en regnbädd är det av stor vikt att vatten snabbt kan tas om hand i bädden och inte rinna bort på ytan. Regnbädden ska dessutom kunna ge växter goda livsbetingelser i form av vatten, luft och näring. Ett viktigt resultat är att pimpsten som beståndsdel i ett substrat, ger en mycket god effekt i en regnbädd.

## **Summary**

Rain Garden is a plant bed which both slows down and purifies storm water and is a way to emulate nature's own way of purifying water. Rain Gardens can be found in the street and get along with vehicles and sidewalks. It can also be a beautiful detail in a villa garden. Climate change provides us with heavier rainfall for short periods, and will give us wetter winters and drier summers. The traditional storm water system that quickly leads water away from the city's is outdated and inefficient. With Rain Gardens, we take care of the water on site and with Green roofs, swales and permeable grounds we can create a sustainable storm water systems. In the wake follows higher biodiversity and an urban environment with lower temperature. Multi-functional surfaces, ecosystem services and housing close to nature are key concepts in modern urban planning, where Rain Gardens is an important and natural part. This project has been conducted focusing on the infiltration capacity of various substrates. The experiment has been made with various substrate mixes to see how good infiltration capacity they have. In a Rain Garden it's important that the water rapidly can be taken care of instead of run off the surface. Rain Gardens should also be able to give plants good conditions in terms of water, air and nutrients. One important result is that pumice, as a component of a substrate, produces a very good effect in a Rain Garden.

## **Introduktion**

Anläggandet av Rain Garden, eller regnbäddar, är en relativt ny företeelse som började i Maryland, USA, i slutet av 80-talet (Dunnet & Clayden 2007). Regnbäddar är en form av biofilter (Lindfors et al. 2014). Syftet med en regnbädd är att härma naturens eget sätt att ta hand om dagvatten med fördröjning och rening som resultat. Rent fysiskt fördröjs vattnets väg till havet genom att vatten leds in i regnbädden. I och med att regnbädden även är en plats för växter, sker en kemisk och biologisk aktivitet som renar vattnet, som i urban miljö kan innehålla föroreningar från trafik (Lindfors et al. 2014).

Den urbana miljön som byggts upp består av hårdgjorda ytor där vattnet har setts som ett problem och därför letts bort från staden så fort som möjligt. Detta har visat sig vara ett sårbart system vid kraftiga skyfall och har även gjort staden fattigare avseende biologisk mångfald.

Regnbäddar kan vara en del i ett större system där dagvatten fördröjs och renas, men kan även fylla en viktig funktion helt allena. I ett optimalt system fångar gröna tak regnvatten på takens yta och överskottet går vidare till regnbädden i marknivå. Det vatten som inte regnbädden kan omhänderta breddas ut vidare till svackdiken som har kapacitet för stora mängder vatten. Detta i kombination med genomsläppliga markbeläggningar, minskar och utjämnar vattenflödet ut i det vanliga traditionella dagvattensystemet. Regnbäddar är ur miljösynpunkt, ett hållbart system, som tar hand om nederbörden på plats där den faller (Svenskt vatten 2011).

I detta projekt har blandningar av olika substrat jämförts, med fokus på kapacitet att ta emot stora mängder nederbörd, samtidigt som substratet ger en god miljö för växter.

## **Bakgrund**

Forskarna är eniga om att klimatet blir allt varmare. Med detta följer även förändringar i nederbörd, med allt kraftigare skyfall som följd (Boverket 2010). Antalet fall med extrem nederbörd ökar, men kan även minska beroende på plats och beroende på årstid (Svenskt vatten 2011). Det kan exempelvis innebära att nederbörden generellt kommer att öka på vintern medan sommarens nederbörd minskar. Med extrem nederbörd talar man om 100-års

regn med minst 90 mm regn på en area av 1000 km<sup>2</sup> under ett dygn (Svenskt vatten 2011). Kraftiga skyfall betecknas som allt mer förekommande och leder ofta till översvämmade vägar och källarutrymmen.

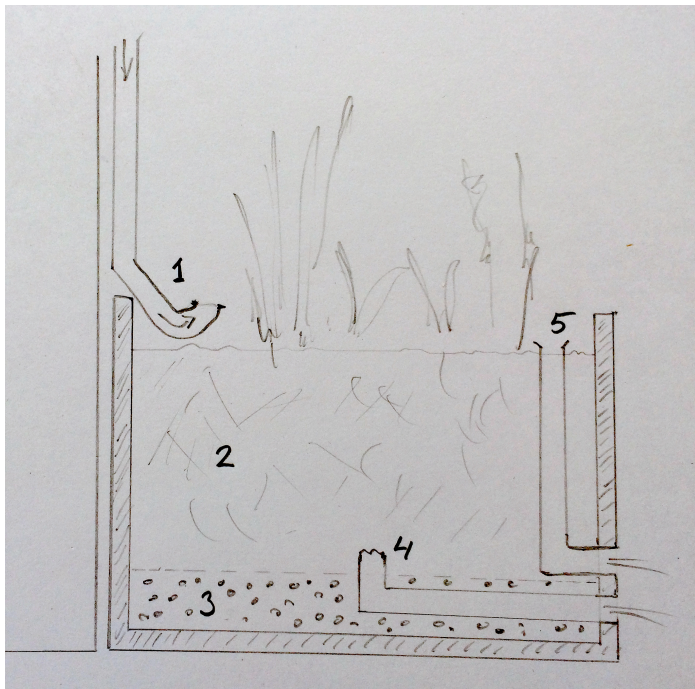
I kölvattnet av dessa fakta har Sveriges regering gett Boverket i uppdrag att ta fram riktlinjer för ”Klimatanpassning vid planering och byggande” (Svenskt vatten 2011). Kommunerna har då att följa, både vid nybyggnationer och befintliga planer, åtgärder som begränsar dagvattnet genom fördröjning. Det talas om mångfunktionella ytor (Boverket 2010) som ska lösa olika behov och problem på samma plats. Förutom att dessa ytor fördröjer vattnets väg med gröna tak, översilningsängar, gatuträd och regnbäddar, ger det även ekologiska och sociala fördelar, som i sin tur ökar hälsa och välbefinnande (Boverket 2010). Andra begrepp som Urban Heat Island (UHI), ekosystemtjänster och bostadsnära natur är idag naturliga begrepp som allt fler kommuner i Sverige arbetar aktivt med.

Regnbäddar är således en del i arbetet med att klimatanpassa våra städer. Målet med testerna av regnbäddar i Maryland, USA (där allt började på slutet av 80-talet) var om dagvatten kunde tas om hand på plats, med naturlig rening och infiltration (Lindfors et al. 2014). Tidigare arbetssätt, traditionellt, var att med ledningar och brunnar leda bort vattnet så fort som möjligt, på dess väg mot havet. Förebilden var tidigt den teknik som använts på golfbanor, med den skillnad att man sänkte ner växtbädden och såg till att leda så mycket vatten som möjligt genom regnbädden (Lindfors et al. 2014). Andra sätt, att lokalt ta hand om dagvatten, är att leda bort vatten från byggnader ca 2,5 meter, och där placera en infiltrationsgrop eller stenkista (Svenskt vatten 2011). Vattnet leds bort från byggnaden och infiltreras sakta ner i omliggande mark. Används istället en regnbädd, fås dessutom en större kemisk och biologisk reningseffekt av vattnet (Lindfors et al. 2014).

USA, och speciellt Portland, har kommit långt med regnbäddar i gatumiljö. I England och Australien är regnbäddar dessutom allt mer vanliga i villaträdgårdar (Dunnet & Clayden 2007). Till skillnad från gatumiljö, som kräver stora ingrepp, kan man i villaträdgården relativt enkelt skapa en regnbädd, som fördröjer nederbörd från hustaken. En regnbädd, beroende på storlek, kan oftast ta om hand de flesta regn, men vid kraftig nederbörd dräneras regnbädden ut i det kommunala dagvattensystemet.

Utifrån olika klimatscenarier är perspektivet 100 år framåt av intresse. Hur kommer nederbördsmönster att förändras och vilka åtgärder kan göras? Forskare är överens om att nederbörden kommer att förändras och ett troligt scenario är ökade nederbördsmängder under kortare perioder (Svenskt vatten 2011). Det är också troligt att förändringarna kommer att gå långsamt, vilket gör det möjligt att anpassa fysisk struktur i samhället. Kapaciteten för rening av dagvatten kommer inte att räcka till och det är därför av vikt att istället minska flöden i dagvattenssystemen och ta hand om vattnet på plats (Boverket 2010). Genom att härma naturen kan vatten samlas upp på plats, infiltreras och fördröjas (Boverket 2010).

Regnbäddar, eller Rain Gardens, har utvecklats till några grundkonstruktioner, men bygger på några gemensamma komponenter (Lindfors et al. 2014). Det finns ett inlopp för vattnet, en fördröjningszon, substrat lämpligt för växter, erosionsskydd, samt bräddavlopp och dränerande system (se exempel figur 1, sid 9). De kan vara upphöjda eller nedsänkta, stora eller mindre – allt beroende på vilka förutsättningar som finns på platsen (Lindfors et al. 2014). Omgivande fördröjningssystem är också av intresse men en regnbädd är inte beroende av att de finns. Gröna tak med växtlighet är en faktor som fördröjer vattnet (Dunnet & Clayden 2007) och efterföljande svackdiken (eng. Swales) en annan. Svackdiken är lika regnbäddar men är oftast mycket större och har oftast annan växtlighet, exempelvis kortklippt gräs.



Figur 1. Enkel skiss över en upphöjd regnbädd placerad i en tät konstruktion. Regnvatten kommer från stuprör (1) ner i regnbäddssubstratet (2) som fungerar som växtbädd. Nederst i kärlet (3) finns ett vattenmagasin som inte dräneras. En dränering finns istället strax ovan detta vattenmagasin (4) och leder bort överskottsvatten. Även ett övre bräddavlopp (5) är placerat i ovankanten på bädden.

I en stadsmiljö är livsbetingelserna för växter minst sagt dåliga. Marken består oftast av ren mineraljord utan något organiskt material och växterna trängs med gamla rör och utfyllnadsmaterial. Dessutom är marken täckt av hårda ytor (Stockholm stad 2009). Förutom utrymmesbrist råder det även ofta brist på syre och vatten. I en god planerad växtbädd är det inte främst mineraljord som används, utan ett substrat som är anpassat till växtens behov. Ett växtsubstrat ska innehålla organiskt material för näring och mikroliv, porer för vatten och luft, men även ge växtens rötter möjlighet till stadga och skydd (Stockholm stad 2009).

En av de viktigaste komponenterna i regnbädden är substratet och hur det fyller sin funktion. Materialet behöver, förutom att tillhandahålla näring, syre och vatten, ha en hög infiltrationsförmåga, för att kunna ta emot mycket vatten under kort tid. Det behöver också kunna binda vattnet för maximal fördröjning, det vill säga ha en hög fältkapacitet (Eriksson et al. 2013). Vattnet i en regnbädd får ej heller bli stående mer än maximalt två dygn (Dunnet & Clayden 2007), för att förhindra förekomsten av mygg och för att växternas rötter i bädden inte ska dränkas och få syrebrist.

När det handlar om växtval i en regnbädd kan generellt växter som klarar både torka och höga vattennivåer väljas. Det kan vara olika gräs och starrarter (Svenskt vatten 2011). Olika växtslag påverkar också reningsgraden av vattnet som går genom regnbädden. Placeringen av regnbädden är också av vikt med tanke på växtval. Är regnbädden placerad i gatumiljö, kan vattnet bestå av både föroreningar och salt, men är den placerad i en villaträdgård, kan det förutsättas att vattnet är mindre förorenat.

## Syfte och hypotes

Syftet var att genom ett försök undersöka vilken, av några utvalda, substratblandningar som fungerar bäst i en regnbädd. Substratet ska kunna klara stora nederbördsmängder, men även långa perioder av torka. Substratet ska ge stöd åt växter i regnbädden och kunna tillgodose växtens behov av vatten, syre och näring under rimlig tid. Regnbädden har även en konstruktion som ska leda vattnet rätt och kunna dränera bort överskott. Försöket hade fokus på olika substratmixar, där pimpsten ingår i flera, och dess infiltrationskapacitet och förmåga att buffra vatten. Hypotesen var att pimpsten, som beståndsdel i ett substrat, ger en god infiltrationskapacitet.

## Material och metod

Försöksupplägget har tagits fram i samarbete med Bengt Syrén och Mats Kroon på Bara Mineraler (BM). Beståndsdelarna i substratmixarna under försöket bygger på material som finns i företagets sortiment och som de arbetar med. De har idag (2015) ett substrat avsett för regnbäddar, men som inte har testats i större skala.

Innehållet i de olika substratmixarna bestod av pimpsten (Hekla Pimpsten 2-8 mm), sand (Weibulls sportdress 0,02-2 mm), kompost (Sysavs certifierade grönkompost) samt lera (Bara Mineralers lergranulat EDR 0-1 mm). Pimpstenen är central i försöket och är ett poröst vulkaniskt material (Bara Mineraler 2014). Det är ett inert material med låg vikt (1 m<sup>3</sup> väger 650 kg) och hög andel porer som kan hålla både luft och vatten. Pimpstenen som används bryts på Island och transporteras med båt till Sverige. Sanden är genomsläpplig och binder en del vatten (Eriksson et al. 2013). Komposten står för organiskt material i substratet och ger en biologisk aktivitet som även ger näring. Leran används som en konstant i substraten och har en hög kat- och anjonkapacitet vilket ger en näringsbuffert samt ökar mikrolivet (Bara Mineraler 2012).

Som referens testades även två anläggningsjordar, A-jord rör 7 samt B-jord rör 6, se Tabell 1, sid 12. A-jord är en växtjord för normala marksituationer. A-jorden har en tämligen hög lerhalt med bra närings- och vattenhållande förmåga. B-jorden däremot har lägre lerhalt och även lägre vatten- och näringshållande förmåga. Den används när jorden ofta utsätts för vägsalt. Leran har nämligen en tendens att slamma igen porerna vid hög salthalt (Stockholm

stad 2009). Det kan noteras att det förekommer olika innehåll i dessa jordar beroende på vilken leverantör som används.

Substratmixarna innehåller således pimpsten (Hekla Pimpsten 2-8 mm), sand (Weibulls sportdress 0,02-2 mm), kompost (Sysavs certifierade grönkompost) samt lera (Bara Mineralers lergranulat EDR 0-1 mm). Konstanter i substratmixarna var leran och komposten. Komposten bestämdes till 35% (volym-%) eftersom substratmixen då, enligt BM:s tester, får en mullhalt på ca 4%. Leran var också konstant och ska enligt BM blandas i växtsubstrat, 40 kg/m<sup>3</sup>. Övriga beståndsdelar i substraten är pimpsten och sand som blandades i fem olika förhållanden, enligt Tabell 1, sid 12.

Tabell 1. Fördelning av substrat/jord i de olika rören (volymprocent).

Fördelning substrat/jord i rör	Rör 1	Rör 2	Rör 3	Rör 4	Rör 5	Rör 6	Rör 7
Sysav grönkompost	35%	35%	35%	35%	35%		
Lera Bara Mineraler	200 g	200 g	200 g	200 g	200 g		
Hekla pimpsten 2-8 mm	0%	20%	35%	50%	65%		
Sand Weibulls sportdress 0,02-2 mm	65%	45%	30%	15%	0%		
A-jord							100%
B-jord						100%	

Avloppsrör med diameter 110 mm (innerdiameter 102 mm) användes i försöket. För att efterlikna en växtbädd sattes höjden av substrat till 600 mm. Med marginal blev rören 800 mm höga. I botten sattes en ring som klämde fast ett nät, för att hindra substrat att komma ut, men låta vatten rinna igenom. Substraten blandades enligt Tabell 1, sid 12, och fylldes i rören. Rören stöttes i golvet fem gånger för att jämna ut substraten (Figur 2, sid 13).

Själva metoden gick ut på att efterlikna kraftigt regn (vatten tillfördes på kort tid, <1 min), vilket bestämdes till 70 mm. Alltså skulle substratet klara av att få ett direkt tillflöde på 0,56 liter vatten (arean x flöde = 0,8 dm<sup>2</sup> x 0,7 dm). Proceduren upprepades under två dagar. För att säkerställa variationer hade varje substratblanding tre replikat vilket innebar totalt 21 stycken rör med substrat. Försöket genomfördes i växthus med konstant temperatur på 25°C.



Under försöket observerades när vattnet infiltrerats ner under substratets yta och när de första dropparna gått genom hela rörets höjd på 600 mm. Efter att jämvikt infunnit sig och inget mer vatten (i princip) rinner ut i botten, vägdes rören. Även det vatten som runnit ut uppmättes.



Figur 2. Avloppsrör med ring och nät, substratförberedelse, rör med fat och distanspinne. Foto: författaren.

## Resultat

Detta försök gjordes med olika substratmixar (se ovan Material och metod). Försöket gjordes för att se vilken mix av substrat som ger god infiltration och bra förutsättningar för växter att leva. Generellt behövs näring, struktur/stöd, syre och vatten.

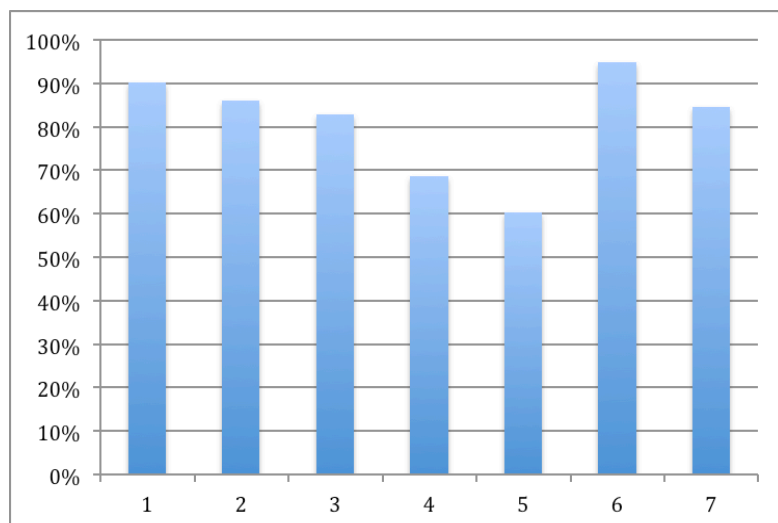
I sammanställningen (tabell 2, sid 14) redovisas samtliga resultat i försöket. Eftersom varje rör bestod av tre replikat, redovisas ett genomsnitt av resultaten. Detta kan göras eftersom substratmixarna uppträdde i princip likadant i de olika replikaten.

Tabell 2. Sammanställning av försöksprotokoll, där varje serie bestod av 3 rör, visas nedan som genomsnitt.

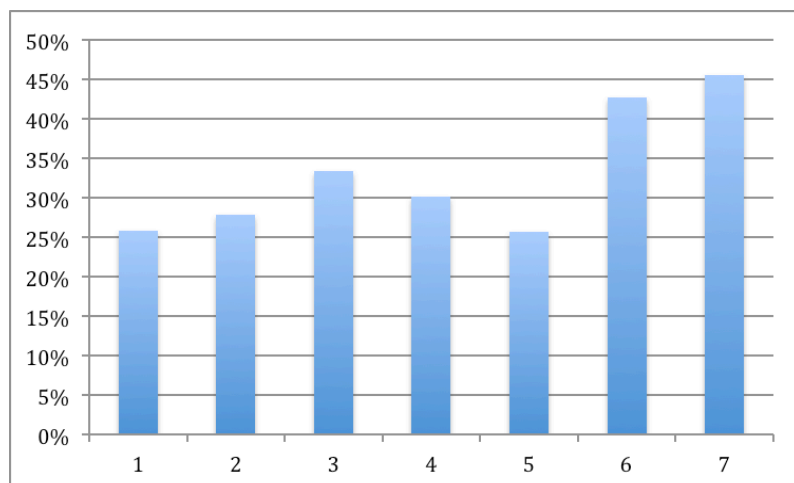
Area 0,8 dm <sup>2</sup>							
Volym 4,9 liter							
<b>Dag 1</b>	<b>Rör 1</b>	<b>Rör 2</b>	<b>Rör 3</b>	<b>Rör 4</b>	<b>Rör 5</b>	<b>Rör 6</b>	<b>Rör 7</b>
Vikt kg start	7,32	6,3	5,59	4,86	4,19	6,75	6,83
Vatten tillfört motsv 70 mm regn (ml)	560	560	560	560	560	560	560
Vatten infiltrerat ner	1 min	0,5 min	0 min	0 min	0 min	2 min	1 min
Vattendropp ut på fat	60 min	40 min	25 min	6 min	0,5 min	70 min	50 min
Vatten ut 1-2 h (ml) uppmätt	55,3	80	98	178	226	29	88
Vatten kvar i rör/substrat (ml)	514,7	490	472	392	344	541	482
Vatten kvar i rör/substrat (%)	92%	88%	84%	70%	61%	97%	86%
Vikt (kg) uppmätt	7,81	6,67	5,94	5,19	4,41	6,96	7,27
Viktökning rör/substrat	0,49	0,37	0,35	0,33	0,22	0,21	0,44
<b>Dag 2</b>							
Vatten tillfört motsv 70 mm regn (ml)	560	560	560	560	560	560	560
Vatten infiltrerat ner	5 min	3 min	1 min	1 min	0 min	20 min	20 min
Vattendropp ut på fat	4 min	1 min	3 min	3 min	0 min	2 min	1 min
Vatten ut 1-2 h (ml) uppmätt	425	414	383	401	426	331	315
Vatten kvar i rör/substrat (ml)	145	156	187	169	144	239	255
Vatten kvar i rör/substrat (%)	26%	28%	33%	30%	26%	43%	46%
Vikt (kg)	7,83	6,69	5,96	5,21	4,44	7,01	7,33

Dag 1 utsattes substratmixarna i rören för 0,56 liter vatten under kort tid, vilket motsvarar 70 mm nederbörd. Dag 2 var proceduren densamma och simulerar nederbörd på ett substrat som dagen före utsatts för regn. Tabell 3 (sid. 15) och Tabell 4 (sid. 15) visar andelen vatten som stannat kvar i substratmixarna, rör 1 – 5, och jordarna, rör 6 och 7.

Tabell 3: Vatten kvar i substrat (%), dag 1.



Tabell 4: Vatten kvar i substrat (%), dag 2.



## Rör 1

I dessa rör var andelen sand 65% och pimpsten 0%. Vattnet dag 1 gick ner i substratet på 1 minut och efter 60 minuter droppade vatten ut ur rören. Efter 2 tim och 20 min hade jämvikt infunnit sig och röret vägdes. Substratet höll kvar 90% av tillfört vatten. Dag 2 upprepades försöket, med vatten från dag 1 kvar i rören. Det tog 5 minuter för vattnet att infiltrera ner under ytan på substratet och efter 4 minuter droppade vatten ut ur rören. Av tillfört vatten stannade 25% kvar i rören. Substratet bibehöll höjden 600 mm.

## **Rör 2**

I dessa rör var andelen sand 45% och pimpsten 20%. Vattnet dag 1 gick ner i substratet på en halv minut och efter 40 minuter droppade vatten ut ur rören. Efter att jämvikt infunnit sig vägdes rören. Substratet höll kvar 86% av tillfört vatten. Dag 2 upprepades försöket, med vatten från dag 1 kvar i rören. Det tog 3 minuter för vattnet att infiltrera ner under ytan på substratet och efter 1 minut droppade vatten ut ur rören. Av tillfört vatten stannade 27% kvar i rören. Substratet bibehöll höjden 600 mm.

## **Rör 3**

I dessa rör var andelen sand 30% och pimpsten 35%. Vattnet dag 1 gick ner i substratet direkt och efter 25 minuter droppade vatten ut ur rören. Efter att jämvikt infunnit sig vägdes rören. Substratet höll kvar 83% av tillfört vatten. Dag 2 upprepades försöket, med vatten från dag 1 kvar i rören. Det tog 1 minut för vattnet att infiltrera ner under ytan på substratet och efter 3 minuter droppade vatten ut ur rören. Av tillfört vatten stannade 33% kvar i rören. Substratet bibehöll höjden 600 mm.

## **Rör 4**

I dessa rör var andelen sand 15% och pimpsten 50%. Vattnet dag 1 gick ner i substratet direkt och efter 6 minuter droppade vatten ut ur rören. Efter att jämvikt infunnit sig vägdes rören. Substratet höll kvar 69% av tillfört vatten. Dag 2 upprepades försöket, med vatten från dag 1 kvar i rören. Det tog 1 minut för vattnet att infiltrera ner under ytan på substratet och efter 3 minuter droppade vatten ut ur rören. Av tillfört vatten stannade 30% kvar i rören. Substratet bibehöll höjden 600 mm.

## **Rör 5**

I dessa rör var andelen sand 0% och pimpsten 65%. Vattnet dag 1 gick ner i substratet direkt och efter en halv minut droppade vatten ut ur rören. Efter att jämvikt infunnit sig vägdes rören. Substratet höll kvar 60% av tillfört vatten. Dag 2 upprepades försöket, med vatten från dag 1 kvar i röret. Vattnet försvann direkt ner under ytan på substratet och direkt droppade vatten ut ur rören. Av tillfört vatten stannade 25% kvar i rören. Höjden på substratet ökade från 600 mm till 610 mm.

## **Rör 6**

I dessa rör var innehållet 100% B-jord. Vattnet dag 1 gick ner i substratet efter 2 minuter och efter 70 minuter droppade vatten ut ur rören. Efter att jämvikt infunnit sig vägdes rören. Substratet höll kvar 95% av tillfört vatten. Dag 2 upprepades försöket, med vatten från dag 1 kvar i rören. Det tog 20 minuter för vattnet att infiltrera ner under ytan på substratet och efter 2 minuter droppade vatten ut ur rören. Av tillfört vatten stannade 42% kvar i rören. Substratet bibehöll höjden 600 mm.

## **Rör 7**

I dessa rör var innehållet 100% A-jord. Vattnet dag 1 gick ner i substratet efter 1 minut och efter 50 minuter droppade vatten ut ur rören. Efter att jämvikt infunnit sig vägdes rören. Substratet höll kvar 85% av tillfört vatten. Dag 2 upprepades försöket, med vatten från dag 1 kvar i rören. Det tog 20 minuter för vattnet att infiltrera ner under ytan på substratet och efter 1 minut droppade vatten ut ur rören. Av tillfört vatten stannade 45% kvar i rören. Substratet bibehöll höjden 600 mm.

Det kan noteras att uppmätt vikt på rören, efter att vatten runnit av (jämvikt), är i princip densamma dag 1 som dag 2.

## Diskussion

En del i försöket var att observera hur fort vattnet infiltrerade ner i substratet. I en regnbädd är det önskvärt att inkommande vatten så fort som möjligt går ner i bädden. Om vattnet lägger sig ovanpå, går det istället ut direkt i dagvattenssystemet, och reningseffekten går förlorad. I försöket var det endast tre av rören som klarade detta och gemensamt var att de alla hade pimpsten i substratet (från 35% pimpsten upp till 65% pimpsten). Dessa substratmixar (rör 3-5) har hög andel lufthållande porer och väger därför minst.

En annan önskvärd effekt är att så mycket som möjligt av inkommande vatten dröjer sig kvar i regnbädden, vattenhållande förmåga, eller åtminstone infiltreras genom hela bädden. Om vattnet fördröjs blir reningseffekten större än om vattnet rusar genom bädden relativt snabbt. I sämsta fall lägger sig vattnet ovanpå substratet och sköljs bort utan att infiltrera ner. I försöket mättes kvarvarande vatten upp och får ses som en fältkapacitet (tabell 3, sid. 15).

Tabell 3 (sid. 15) visar att rör 1 – 3 och rör 6 och 7 klarar att hålla minst 80% vatten i substratet. Rör 4 och 5 hamnar betydligt lägre eftersom andelen pimpsten är högre (Dag 1, ej fuktig pimpsten). För regnbäddens funktion kan dock en hög vattenmättnad även innebära att andelen luftfyllda porer är få, vilket kan innebära syrebrist för växternas rötter. Försöket har inte fastställt detta, men kan göras i framtida undersökningar.

Tiden för vattnet att ta sig igenom bädden skiljer sig åt mellan rören. I rör 1 med 65% sand tog det en timme, medan för rör nr 5 med 65% pimpsten tog det en halv minut att passera genom. Vattenmängden som tillfördes motsvarade ett kraftigt regn på 70 mm. Eftersom en regnbädd upptar vatten från en större yta än den själv har, är det upptagningsområdets totala yta, såsom tak och gator, som bestämmer om regnbädden har god kapacitet.

Om man utgår från resultatet i försöket och exempelvis anser att substratet i rör 3, med 35% pimpsten och 30% sand, har acceptabel kapacitet, kan beräkningar göras för en villa. Med en takyta på 100 m<sup>2</sup> och en nederbörd på 10 mm rinner 1000 liter vatten ner i regnbädden. Denna bör då ha en volym på minst 14 m<sup>3</sup>. Med ett djup på exempelvis 1 meter, innebär det att regnbädden omfattar 14 m<sup>2</sup>. Intensitet och varaktighet av nederbörd är faktorer som påverkar och beräkningsmodeller av så kallat typregn och historiskt regn, finns för det område som man planerar att anlägga en regnbädd i (Svenskt vatten 2011).

Andra försöksdagen tillsattes samma vattenmängd, 0,56 liter, till rören. Då var substraten fortfarande i princip vattenmättade och resultaten visar vad som kan hända om regn faller på en redan regnmättad bädd. Endast rör nr 5, med 65% pimpsten, kunde infiltrera vattnet direkt. Rör 3 och 4 kunde inom 1 minut ta emot vattnet medan de andra tog längre tid på sig. I särklass sämst var ett replikat med B-jord (rör nr 6), där vattnet inte sjönk ner förrän efter 55 minuter. Det visade sig att för A-jord och B-jord, var skillnaderna störst mellan replikaten, vilket kan tolkas som att dessa substrat håller en ojämн kvalitet. Dessutom ska A-jorden ha en högre vattenhållande förmåga än B-jorden (Stockholm stad 2009). Detta försök visade tvärtom dag 1, det vill säga B-jorden hade en högre vattenhållande förmåga. Däremot dag 2 höll A-jorden något mer vatten.

I tabell 4 (sid. 15) ser man hur mycket vatten som stannade kvar i substratet dag 2. Bland substratmixarna är det rör 3 med 35% pimpsten och 30% sand som visar en hög vattenhållande förmåga. Rör 6 och 7 ligger dock högst, men 20 minuter för att infiltrera vattnet är inte önskvärt i en regnbädd och skulle inte fungera. Man kan också se att rör 5, med 65% pimpsten, under dag 2 klarade sig bra, vilket tyder på att pimpsten som redan har en hög vattenhalt binder vatten bättre än om den är torrare. Man kan likna detta vid en disktrasa, som helt torr är svår att torka upp vatten med, medan en fuktig trasa är bättre. Rör 5 var även det enda röret där substratet svällde och orsakade en höjning av bädden med cirka 2 %. Alla andra rör behöll sin ursprungliga höjd på 600 mm.

Av detta kan man dra slutsatsen att vilket substrat som passar bäst beror på nederbördens intensitet. Om kraftiga skyfall återkommer med korta intervall är en hög inblandning av pimpsten önskvärd. Regnar det inte oftare än att regnbädden hinner torka upp, är även sand en bra ingrediens med porer som snabbt binder vatten. Önskas ett regnbäddssubstrat som kan passa bra i många situationer är det rör 3 som lämpar sig bäst. Med 35% pimpsten, 30% sand och 35% kompost klarar regnbädden att ta hand om och fördröja dagvattnet i de flesta nederbördssituationerna. En sådan substratblandning bör också kunna fungera som en god växtbädd. Försöket kunde bekräfta hypotesen att pimpsten som beståndsdel i ett substrat har mycket god infiltrationskapacitet.

Detta försök kunde ha genomförts med samma eller liknande substrat för att mäta kapillärlstighöjd, men gjordes inte av tidsmässiga skäl. Det är attraktionskrafter mellan

vattenmolekyler och laddningar hos det fasta materialet, som kombinerat med adsorptionskrafter som lyfter vattnet (Eriksson et al. 2013). Både sand och pimpsten har denna egenskap och vid långvarig torka kan då vattnet, från ett vattenmagasin längst ner i regnbädden, stiga upp i växtbädden och minska behovet av stödvattning.

Försöket kan sägas simulera ett kraftigt regn, två dagar i rad, och resultaten har påverkats av packningsgraden i rören och hur snabbt, och på vilket sätt, vatten tillförts.

Rören var relativt stora och den totala volymen i varje rör var 4,9 liter vilket får anses vara rimligt, om än något svåra att hantera. Skulle istället försöket ha genomförts längre tid, i full skala, undviks risken för att substraten fördelar sig ojämnt. Ett sådant försök skulle också innefatta växter, och förslagsvis kunna genomföras parallellt på två olika geografiska platser med olika klimat såsom nederbörd och med fler parametrar inlagda i försöket.

Beståndsdelarna i ett regnbäddssubstrat bygger ofta på det som finns att tillgå i den region man befinner sig i, av ekonomiska skäl. Det finns exempel på där man använder skiffer, tegelkross eller makadam (Dunnet & Clayden 2007). Nya material kan således vara intressanta att kombinera med exempelvis pimpsten. Kan skiffer eller krossat tegel ersätta sand och tillsammans med pimpsten ge goda egenskaper i en regnbädd? Kan vermikulit och pimpsten vara en bra kombination? Det får framtida långtidsförsök utvisa.

Försöket genomfördes med pimpsten som främsta beståndsdel och för att bekräfta dess egenskaper är det en fördel om det kan jämföras med andra försök. Liknande försök har gjorts, men inga är direkt jämförbara. Vid ett försök jämfördes sandbaserade substrat från olika lokala leverantörer (Hinman 2009). Ett annat försök använde sig av stora regnbäddar (15,3 m<sup>3</sup>) med sand och skiffer som delar i substratet (Turk et al. 2014). Skalan på försöket är intressant, men huvudfokus var näringsinnehåll och inte infiltration. Ett tredje försök (Kraus et al. 2014) har fokus på hur organiskt material påverkar reningseffekten i ett substrat baserat på sand och skiffer. Andra rapporter har fokus på gröna tak, där pimpsten med sin låga vikt, länge har haft en stor marknad. Ett långtidsförsök har gjorts (Beretta et al. 2014) där fukthalten under torrperioder mättes. Tre olika substrat användes där pimpsten jämfördes med bland annat leca. Med andra ord finns det erfarenheter att ta del av, framförallt om framtida försök med regnbäddar sker under längre tid och med fler parametrar och i större skala.



Så vad har regnbädden mer för funktionell nytta? För att ta hand om dagvatten kan enkla stenkistor grävas som perkolerar vattnet vidare mot grundvattnet. Regnbädden har dock flera stora fördelar. Regnbädden är en växtbädd och valet av växter styr stor del av den renande funktionen (Svenskt vatten 2011). Dessutom finns det en mängd andra värden såsom blommande växter (figur 3, sid 21) och estetiska värden, biologisk mångfald och bullerdämpning. Mer regnbäddar med gröna växter i urban miljö ger ökad evaporation som kyler ner omgivande luft.



Figur 3. Regnbädd med genomsläppligt substrat och vattenmagasin. Foto: Center for Neighborhood Technology. Hinsdale, IL, USA 2014. Creative Commons.

Man ska också vara medveten om att regnbäddar kräver relativt stort underhåll för att fungera tillfredsställande. Byte av växter och substrat är nödvändiga och insatser för att undvika stopp i dränering behövs (rensning av filter). Trots detta överväger fördelarna med fördröjning och rening av vatten, som över tid kommer att vara en självklar del i ett framtida, grönt samhälle. Klimatanpassningar krävs inom en mängd områden i samhället och regnbäddar är en liten, men ack så betydelsefull del.

## Referenser

- Bara Mineraler. (2014) *HeklaPimpsten 2 – 8 mm*. Faktablad 2014-9-23.
- Bara Mineraler. (2012) *Bara Lergranulat EDR 0-1*. Faktablad 2012-3-09.
- Beretta, C., Poë, S., Stovin, V. (2014) *Moisture content behaviour in extensive green roofs during dry periods: The influence of vegetation and substrate characteristics*. Journal of Hydrology 511 (2014) 374-386.
- Boverket. (2010) *Mångfunktionella ytor. Klimatanpassning av befintlig bebyggd miljö i städer och tätorter genom grönsstruktur*. Karlskrona: Publikation ISBN 978-91-86559-02-1, Boverket 2010.
- Dunnet, N., Clayden, A., (2007) *Rain Gardens – Managing water sustainably in the garden and designed landscape*. England: Timber Press, Inc.
- Eriksson, J., Dahlin, S., Nilsson, I., Simonsson, M. (2013) *Marklära*. Lund: Studentlitteratur.
- Hinman, C. (2009) *Bioretention Soil Mix Review and Recommendations for Western Washington*. Washington State University, Pierce County Extension.
- Kraus, H., Pledger, R., Riley, E., Fonteno, W.C., Jackson, B.E. (2014) *Defining Rain Garden Filter Bed Substrates on Saturated Hydraulic Conductivity*. Acta Hort. 1034, ISHS 2014.
- Lindfors, T., Bodin-Sköld, H., Larm, T. (2014) *Grågröna systemlösningar för hållbara städer. Inventering av dagvattenlösningar för urbana miljöer*. Rapport Vinnova, diarienummer: 2012-01271.
- Stockholm stad. (2009) *Växtbäddar i Stockholm stad. En handbok*. Stockholm: Trafikkontoret 2009.02.23.
- Svenskt vatten. (2011) *Hållbar dag- och dränvattenhantering. Råd vid planering och utformning*. Stockholm: Publikation P105, utgåva 1, augusti 2011.
- Svenskt vatten. (2011) *Nederbördsdata vid dimensionering och analys av avloppssystem*. Stockholm: Publikation P104, utgåva 1, augusti 2011.
- Turk, R.L., Kraus, H.T., Bilderback, T.E., Hunt, W.F., Fonteno, W.C. (2014) *Rain Garden Filter Bed Substrates Affect Stormwater Nutrient Remediation*. HortScience Vol. 49(5):645-652. May 2014.